

# 基于农药减施增效的农用无人机标准体系研究

温少文\* 黄力 李江虹 宋祚锟

(广东省标准化研究院)

**摘要:**近年来在政府、科研院所、企业积极探索下,农用无人机的技术发展迅速。我国成为全球主要的农用无人机生产基地,市场发展潜力大。本文分析农用无人机国际、国内标准化发展现状,结合行业发展特点,提出农用无人机标准化体系构建,期望有助于农用无人机标准化工作的建设。

**关键词:**农用无人机,标准体系,研究

DOI编码: 10.3969/j.issn.1674-5698.2023.02.009

## Research on the Standards System of Agricultural UAV Based on Pesticide Application Reduction and Efficiency Increase

WEN Shao-wen\* HUANG Li LI Jiang-hong SONG Zuo-kun

(Guangdong Institute of Standardization)

**Abstract:** In recent years, with the active exploration of government, research institutes and enterprises, the technology of agricultural UAV has developed rapidly. China has become a major global production base of agricultural UAV, with the great market development potential. This paper analyzes the development status of international and domestic standardization of agricultural UAV, and puts forward the construction of agricultural UAV standardization system based on the development characteristics of the industry, which is expected to contribute to the standardization work of agricultural UAV.

**Keywords:** agricultural UAV, standards system, research

## 1 引言

我国是农业大国,农药是生产重要的资料,据农业农村部统计2010-2020年农药施用量年均达166万吨,年均农药有效利用率仅有38%,每年浪费大量农药。随着农用无人机产业兴起,改变传统植

保作业模式,其作业效率是人工的7~10倍,且受地形影响不大,即便在坡地上也可以实现自动化作业,有效缓解农村中青年劳动力短缺问题,提高农药利用率,很大程度上减少了污染及危害,为农户带来更大的收益<sup>[1]</sup>。农用无人机普及应用充分发挥“科技+农业”的作用,运用先进高科技设备加快推进农业

**基金项目:** 本文受广东省省级科技计划项目“基于农药减施增效的农用无人机标准体系研究”(项目编号: 2019B020208007)资助。

**作者简介:** 温少文,通讯作者,助理研究员,工学硕士,主要从事标准化研究。

黄力,工学硕士,主要从事标准化研究。

李江虹,高级工程师,主要从事标准化研究。

宋祚锟,高级工程师,主要从事标准化研究。

现代化的进程。2022年中央1号文提出“加快大马力机械、丘陵山区和设施园艺小型机械、高端智能机械研发制造并纳入国家重点研发计划予以长期稳定支持”，可预见农用无人机是国家未来研究和发展的重点，具有广阔发展前景。

## 2 农用无人机标准化发展现状

### 2.1 农用无人机国际标准化发展现状

从世界范围来看，植保航空施药技术最先发展于美国。得益于飞机的发明，在1918年美国将其应用于喷洒农药杀灭棉花害虫，开创了农业航空的历史。在1949年研制出适用于大规模农田植保的固定翼农用飞机<sup>[2]</sup>。1985年，日本雅马哈公司率先推出世界第一架主要用于农药喷撒的农用无人机。经过多年的发展，国外现代化精准农业技术日趋成熟，建立配套标准规范体系、产品技术测试认证和商业化运作机制<sup>[3]</sup>。

2015年，ISO成立了无人机系统分技术委员会（ISO/TC 20/SC 16），负责制定ISO 21384无人机系统产品制造、运行和无人交通管理安全和质量系列标准。2019年12月发布的ISO 21384-3《无人飞机系统——第3部分：操作规程》是首个无人机系统国际标准。2022年9月，我国主导的国际标准ISO 21895:2020《无人驾驶航空器分级分类要求》和ISO 24356:2022《系留无人机系统通用要求》正式发布，显现出我国综合实力和国际竞争力逐步增强。

2017年9月，美国国家标准协会（ANSI）成立了无人机系统标准化协作组织（UASSC）。2018年12月UASSC发布《无人机系统标准化路线图（1.0版）》，针对无人机标准化空缺部分，提出加强研制建议。2020年6月发布2.0版本，其中提出针对农业领域需要加强飞行员的能力和培训，农药应用板块需要研制标准来解决无人机系统播撒农药的应用问题，包括通信和自动识别、作业效果（喷施效果）、操作安全、环境保护、设备可靠性以及与国家航空空域整合，提升作业效果并解决药剂漂移的问题。

### 2.2 农用无人机国内标准化发展现状

#### 2.2.1 农用无人机国家政策

凭借优良的作业表现与市场表现，农用无人机

行业发展得到了政府的关注与支持。2017年3月，农业部首度提出将农用无人机纳入农机补贴进行试点；同年9月，农业部、财政部、民航局三部门联合发布了《关于开展农机购置补贴引导植保无人飞机规范应用试点工作的通知》（农办机〔2017〕10号），以政策引导植保无人飞机的技术开发和规范应用，广东省作为试点城市之一。2021年4月，《2021-2023年农机购置补贴实施指导意见》（农办计财〔2021〕8号）正式印发，明确“全面开展植保无人驾驶航空器购置补贴工作”，对于补贴政策，国家仍在研究持续优化补贴兑付方式<sup>[4]</sup>。

#### 2.2.2 农用无人机技术情况

农用无人机技术是支撑行业发展的关键要素。我国2008年才研制出第一台农用无人机，落后日本23年。虽然起步慢，但是近几年来铆足干劲、乘势而上，大量企业涌入无人机市场，无人机产品数量及类别呈爆发式增长，保有量、作业量、驾驶员人数大规模上升。2018-2020年我国农用无人机呈爆发式增长，保有量从2018年的23,322台增长至2020年70,779台，增长率为203.5%。技术发展趋势聚焦于实时图像处理技术、变量喷施技术、多传感器数据融合技术、差分定位（RTK）技术、多机协同技术、无人机喷施配套技术。为保障喷施有效应用，减少喷施雾滴的漂移与流失，相应无人机喷施配套技术具有较强的研究潜力，如：农用无人机喷嘴技术、作业参数、喷施药剂、助剂等<sup>[5-6]</sup>。

#### 2.2.3 农用无人机标准情况

国内农用无人机制定标准数量并不多，其各项基础标准、技术标准和喷施作业等相关技术参数缺乏系统深入的研究，导致农用无人机标准严重落后于产品的研发。国标计划《植保无人飞机》仍处于征求意见稿阶段，尚未正式发布，涵盖安全要求、设备技术要求、设备性能试验方法、作业效果、故障分级等内容。NY/T 3213-2018《植保无人飞机质量评价技术规范》为目前唯一发布的农用无人机标准，涉及仪器设备性能测试，适用于农用无人机出厂检验。农用无人机由中国民用航空局管理，早期发布的《轻小无人机运行规定（试行）》现正在修订，发布征求意见稿（编号：AC-91-FS-2019-31R）<sup>[7]</sup>，对植保无人机提出运行要求，人员、运营人的要求及

喷洒注意事项。全国各地积极制定农用无人机地方标准,2020、2021年标准数量大幅增长。广东省有大疆、极飞等多家龙头生产企业,占据约80%的市场份额,但广东省农用无人机地方标准制定仍是空白(如图1所示)。

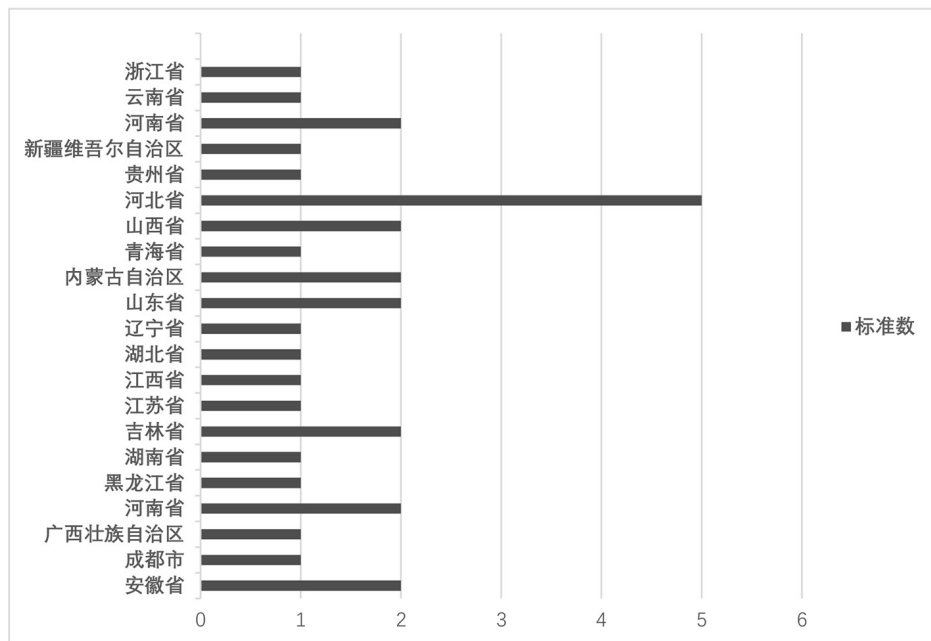


图1 2016-2022年全国农用无人机地方标准制修订情况

团体标准更符合农用无人机市场发展需要,2019年由中国农业机械化协会发布9项植保无人机团体标准,由华南农业大学、极飞等多家专业研究机构与业内领军企业完成。标准内容涵盖术语、分类与型号编制规则、安全操作规程、农药使用规范、作业质量、云系统接口数据规范、电磁兼容性试验方法、驾驶员培训要求、运营人要求。填补业内植保无人机作业的质量要求、检测方法及检测规则的空白,同时对运营、培训做出了详细规定,让农用无人机行业有据可依、有章可循。

### 3 农用无人机标准体系构建

现阶段没有发布专门针对农用无人机的标准体系。2021年国标委、工信部、自然资源部、农业部、能源局、民航局等六部委联合发布了《无人驾驶航空器系统标准体系建设指南(2021年版)》<sup>[8]</sup>,其明确了无人驾驶航空器系统标准体系框架,框架

涉及范畴广,涵盖农业、电力、警用、测绘、应急救援、物流等领域。农业作业对象、设备及重点关注内容与其他领域有所不同,因此确实需要依据农用无人机实际和未来标准化需求,构建实用性强的标准体系。

本体系以《无人驾驶航空器系统标准体系建设指南(2021年版)》为基础,保留其基础标准、管理标准和轻微小型无人驾驶器内容,删减大中型无人机驾驶器相关内容。参照美国发布标准化路线图提及的农业标准化重点,以减少农药用量、提升农药防效为目标,进一步细化其农业应用标准分支。构建以基础标准、技术标准、作业标准、管理标准四大基本要素组成的基于减施增效的

农用无人机标准体系框架<sup>[9-10]</sup>(如图2所示)。体系主要内容如下。

(1) 基础标准。主要包括术语定义、分类分级、编码标识、身份识别和安全标准6个部分。包括农用无人机常用术语及定义、分类及分级要求、标识代码的编制原则及方法、分级分类和风险警示等标识、身份识别要求、安全性要求、安全性设计分析准则、安全性评价方法等标准。

(2) 技术标准。主要有产品标准、子系统标准和技术融合标准3个部分。包括农用无人机产品的设计规范、性能要求、维护保养、测评标准、飞行控制系统标准、数据传输链路标准、能源动力系统标准、地面站系统标准、航摄系统标准、喷洒系统标准、智能技术。

(3) 作业标准。主要有作业规范和作业效果评价两个部分。包括作业飞行药剂要求、作业档案记录标准、农药喷洒作物作业规范、喷洒质量评估标准、药效评估标准。

(4) 管理标准。主要有研发管理、制造管理、认证/适航管理、流通管理、运行管理及服务管理6个

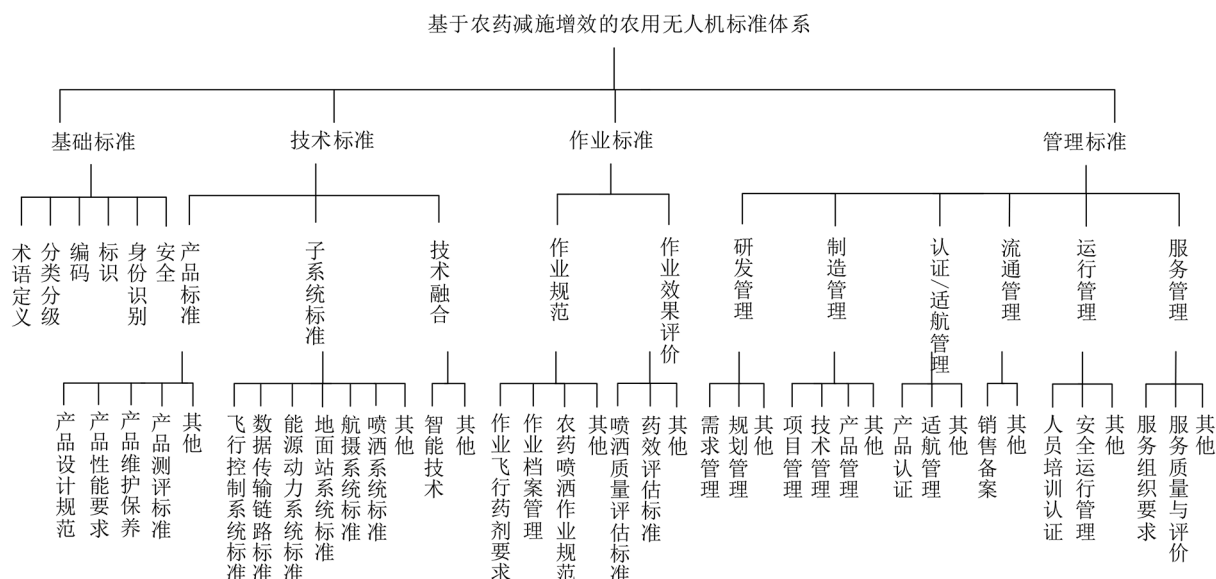


图2 基于农药减施增效的农用无人机标准体系框架

部分。包括研发需求管理、规划管理、制造生产过程项目管理、技术管理、产品管理、基于分类分级标准对适航取证和产品认证进行分类规定、市场销售备案管理、操作人员的培训认证和安全运行、服务组织要求和服务质量与评价管理。

农用无人机标准体系构建着重前瞻性、科学性、协调性有机结合。标准体系的建立不仅要着眼于当前发展状态,更要有前瞻性,要根据产业发展和自主创新的需要,做好充分调研,保证标准体系结构科学合理,涉及领域完整,重点突出,功能协调,与国家发展的目标相适应。依据行业发展动态,持续更新完善,扎实构建满足农用无人机发展需求、先进适用的标准体系。

## 4 结语

随着国家发展,农业达到了前所未有的高度,二十大提出中国要强,农业必须强。农用无人机快速发展,提升农业机械化水平,提高农药有效利用率,夯实农业基础。标准化搭建科研、生产、使用三者之间的桥梁,使农用无人机的新技术和新科研成果得到推广应用,从而促进技术进步。农用无人机标准体系的实施是一项系统而长远工程,涉及面广,靠单个部门和单位难以完成,需要政府支持和引导、社会各界力量共同参与产业标准化发展,推动农用无人机及相关行业科技创新和产业升级,助力乡村振兴。

## 参考文献

- [1] 薛新宇,顾伟,徐阳. 农用无人机法规与标准制定现状分析[J]. 农业机械学报, 2020, 51(10): 1-10.
- [2] 薛新宇,兰玉彬. 美国农业航空技术现状和发展趋势分析[J]. 农业机械学报, 2013, 44(5): 194-201.
- [3] 尹选春,兰玉彬,文晟. 日本农业航空技术发展及对我国的启示[J]. 华南农业大学学报, 2018, 39(1): 1-8.
- [4] 兰玉彬,陈盛德,邓继忠. 中国植保无人机发展形势及问题分析[J]. 华南农业大学学报, 2019, 40(5): 217-225.
- [5] 周志艳,明锐,臧禹. 中国农业航空发展现状及对策建议[J]. 农业工程学报, 2017, 33(20): 1-13.
- [6] 兰玉彬. 精准农业航空技术与应用[M]. 北京: 中国农业出版社, 2021: 1.
- [7] 陈盛德,兰玉彬,周志艳. 植保无人机航空喷施飞行质量的试验与评价[J]. 华南农业大学学报, 2019, 40(3): 89-96.
- [8] 关于印发《无人驾驶航空器系统标准体系建设指南(2021年版)》的通知(国标委联[2021]24号).
- [9] 陈盛德,兰玉彬,周志艳. 植保无人机航空喷施飞行质量的试验与评价[J]. 华南农业大学学报, 2019, 40(3): 89-96.
- [10] 徐小杰,陈盛德,周志艳. 植保无人机主要性能指标测评方法的分析与思考[J]. 农业化研究, 2018, 12: 1-10.